

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-110517

(43)Date of publication of application : 30.04.1993

(51)Int.Cl.

H04B 10/16

H04B 10/18

(21)Application number : 03-271617

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.10.1991

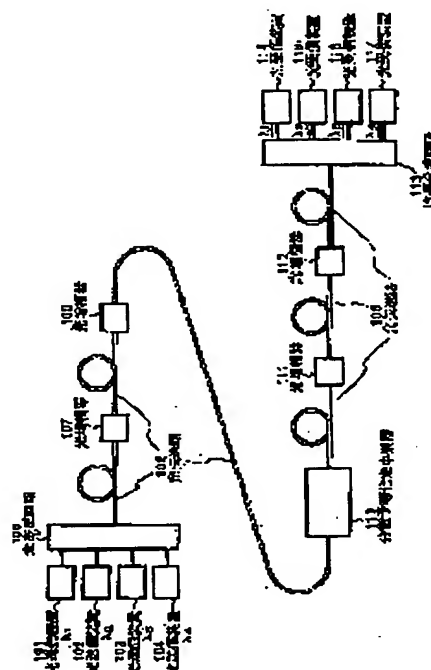
(72)Inventor : KAEDE KAZUHISA

(54) OPTICAL REPEATER TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To use a light source for only a transmitting terminal by executing dispersion/pre-equalization repeater transmission in a state of light, as it is in multi-wavelength transmission.

CONSTITUTION: By optical transmitter 101-104 having light sources whose wavelengths are different from each other, optical dispersion and pre-equalization are applied to each wavelength and waveform is multiplexed by an optical multiplexing circuit 105 and sent out to an optical transmission line 106. On the halfway, it is inputted to a dispersion/pre-equalization optical repeater 110 through two sets of light amplifiers 107, 108. To the dispersion/pre-equalization optical repeater 110, each wavelength is inputted in almost the same signal waveform as an output waveform of the optical transmitter. By the dispersion/pre-equalization optical repeater 110, dispersion and pre-equalization corresponding to the dispersion quantity of each wavelength of the optical transmission line extending from the dispersion/pre-equalization optical repeater 110 to optical receiving equipments 114-117 are applied and also, by executing the amplification of an optical power level, it is sent out again to the optical transmission line 106. By the optical receives 114-117 of each wavelength, an optical signal inputted by roughly the output waveform of a transmitting terminal is received, and a data signal is demodulated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-110517

(43) 公開日 平成5年(1993)4月30日

(51) Int. Cl. ⁵

H04B 10/16

10/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8426-5K

H04B 9/00

J

8426-5K

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平3-271617

(22) 出願日

平成3年(1991)10月21日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 楓和久

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

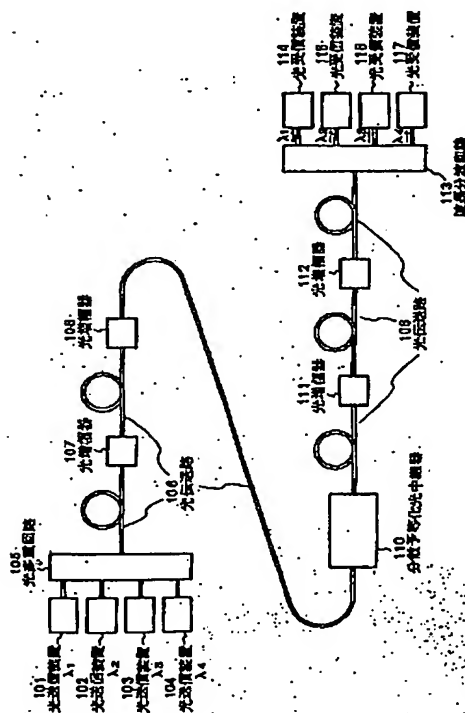
(74) 代理人 弁理士 内原 晋

(54) 【発明の名称】 光中継伝送方式

(57) 【要約】

【目的】 多波長伝送において光のままでの分散予等化中継伝送を行い、光源を送信端だけに使用する。

【構成】 波長の異なる光源を有する光送信装置101～104で各波長に対して最適な分散予等化を施して、光多重回路105で波長多重して光伝送路106に送出する。途中、2台の光増幅器107、108を経て分散予等化光中継器110に入力する。分散予等化光中継器110には各波長とも光送信装置出力波形とほぼ同様の信号波形で入力する。分散予等化光中継器110にて分散予等化光中継器110から光受信装置114～117までの光伝送路の各波長の分散量に対応した分散予等化を施すと共に、光パワーレベルの増幅を行って光伝送路に再び送出する。各波長の光受信装置でほぼ送信端の出力波形で入力した光信号を受信し、データ信号を復調する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光送信装置の各々が異なる波長の光源を有し、異なる波長毎に最適な分散予等化を施し、前記複数の光送信装置からの送信信号光が第 1 の光多重回路で多重されて光伝送路に送出され、受信端に至る光伝送路の途中の少なくとも 1 ヶ所以上で光伝送路に送出された光多重信号を光分波回路で前記複数の光送信装置の各光波長に対応する複数の波長の光信号に分波し、それぞれの波長の光信号に対して光増幅及び最適な分散予等化が行われたのち第 2 の光多重回路で多重されて再び光伝送路に送出される光中継回路を経由して受信端まで伝送され、受信端で再度各光波長に対応する複数の波長の光信号に分波され、各波長毎に光受信装置で光信号が受信されることを特徴とする光中継伝送方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光信号のまま中継伝送を行う光中継伝送方式とそれに用いる光中継回路に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光中継伝送を行う場合、ケイ・ナカガワ (K. Nakagawa) 他による「トランク アンド ディストリビューション ネットワークアプリケーション オブ エルビウム・ドープド ファイバー アンプリファイヤ (Trunk and distribution network application of Erbium-doped fiber amplifier)」と題する 1991 年の 2 月に発行された IEEE のジャーナル・オブ・ライトウェーブ・テクノロジー (Journal of lightwave technology) 誌の第 9 巻、第 2 号の第 198 頁から第 208 頁に記載の論文にあるように、各中継区間が分散限界の場合は各中継区間毎に 3 R (等化増幅 (reshaping)、リタイミング (retiming)、識別再生 (regeneration)) を行う再生中継を、また、各中継区間が損失限界の場合は分散限界、或いは、光増幅器雑音の蓄積による雑音限界の手前まで光増幅器による波長一括増幅 1 R (等化増幅 (reshaping)) 中継を数中継段行った後、3 R 再生中継を行うのが一般的であり、N 波 (N は正の整数) の波長多重信号の光中継伝送を行う場合も各中継地点で分波した後、各波長毎に上記のいずれかの中継を行い、再び各波長を多重して光伝送路に送出するという光中継伝送が行われていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のように各光中継器で N 波の各波長毎に分波して、各々の波長毎に 3 R の再生中継を行う光中継伝送方式では、光中継器毎に N 波の送信用光源が必要であり、しかも、各光中継器の出入口や受信端の光多重回路や光分波回路の各チャ

ネルの波長に一致させる必要があるため、極めて高い精度でそれぞれのチャンネルの波長に合致する送信用光源を選択する必要がある、かつ、それらの波長の温度変化や経時変化に対しても極めて高い安定度が求められるという問題があった。また、その様な制御を行うには当然制御回路が必要であり、それを含む光中継器の大きさは高精度な波長制御を必要としない従来の単一波長の光中継器に比べて、単に波長数倍 (N 倍) になるにとどまらず、更に大きな光中継器となってしまうという問題もあった。

【0004】一方、各光中継器で再生中継を行わずに、各波長の光信号の光パワーレベルのみを光増幅器で一括して増幅する 1 R 中継伝送も行われているが、この光中継伝送では最大伝送距離が分散限界で制限され、十分な伝送距離が得られないという問題があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の光送信装置の各々が異なる波長の光源を有し、異なる波長毎に最適な分散予等化を施し、前記複数の光送信装置からの送信信号光が第 1 の光多重回路で多重されて光伝送路に送出され、受信端に至る光伝送路の途中の少なくとも 1 ヶ所以上で光伝送路に送出された光多重信号を光分波回路で前記複数の光送信装置の各光波長に対応する複数の波長の光信号に分波し、それぞれの波長の光信号に対して光増幅及び最適な分散予等化が行われたのち第 2 の光多重回路で多重されて再び光伝送路に送出される光中継回路を経由して受信端まで伝送され、受信端で再度各光波長に対応する複数の波長の光信号に分波され、各波長毎に光受信装置で光信号が受信されることを特徴とする。

【0006】

【作用】本発明によれば、波長の絶対値を高精度に選別し、しかも高精度の波長制御を施した波長の異なる複数の送信光源は送信端にさえあればあとは受信端に至る迄その様な光源を必要としない。即ち、途中の光中継器では分散予等化を行い、かつ、光増幅器により光のまま信号を増幅するので、一旦電気信号に変換すること無く、多段中継での長距離中継伝送が可能である。そのため、複雑かつ高精度な波長制御は送信端で一元的に管理が可能であり、また、送信光源の劣化などにより送信波長がずれてしまった場合には送信端の光源だけを取り替えるだけでよい。また、従来のように各光中継器で再生中継を行う光中継伝送方式の場合には、各波長毎の複数の送信光源が各光中継器毎に必要であり、送信光源の障害などに対処するにもかなりの困難さを伴ったが、本発明の光中継伝送方式では送信光源は送信端だけにあれば良いことから、複数のそれも数十から数百に及ぶ送信光源が必要であっても、予備系光源を備えることが容易にできたり、あるいは、送信光源を修理する場合でも短期間で送信光源に直接アクセスすることが可能であったり

すること等によって、異なる波長の複数の送信光源の不測の事態にも容易に対処することが可能である。

【0007】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0008】図1は本発明の請求項1の実施例の構成図、図2、図3、図4は請求項1の実施例の構成の一部を詳細に示す詳細構成図である。

【0009】図1において各光送信装置101~104からそれぞれ出力された波長 λ_1 から波長 λ_4 の送信信号光は光多重回路105で波長多重されて、零分散波長が $1.55\mu\text{m}$ の光ファイバからなる光伝送路106に送出される。ここで各波長は $\lambda_1=1.555$ 、 $\lambda_2=1.560$ 、 $\lambda_3=1.565$ 、 $\lambda_4=1.570$ であり、各波長の光伝送路106への送信信号光出力はいずれも $+3\text{dBm}$ である。

【0010】ここで、光送信装置101~104の構成について、光送信装置104を例にとって図2を用いて説明する。光送信装置101~103については送信光源の波長と分散等化回路で与える分散等化量が異なるのみで、あとは全く同様である。

【0011】さて、図2において、送信光源である分布帰還型半導体レーザ201から出力された波長 λ_4 のDC光は、変調信号入力端子202及びクロック入力端子203にそれぞれ入力された 10Gb/s のRZ（リターン・トゥ・ゼロ：Return-to-zero）変調のデータ信号、および、クロック信号にしたがって光外部変調器駆動回路204で駆動された光外部変調器205でデータ信号に対応した光強度変調が加えられる。さらに、その後段に接続された分散予等化回路206でいわゆるプリチャープをかけて波長分散に対する予等化を行う。分散予等化を施した光信号は光増幅器207で $+6\text{dBm}$ まで光増幅されて図1の光多重回路105に送出される。ここで、光多重回路105の挿入損失は約 4dB であることから、上述のように、各波長の光信号の光伝送路106への光送出パワーレベルは $+2\text{dBm}$ となる。

【0012】ここで、分散予等化回路206について更に説明する。図3は分散予等化回路206の構成図である。分散予等化回路206に入力した λ_4 の光信号は光分岐器301を通過して大半（約99%）が光位相変調器302に入力されるが、その一部（約1%）は光分岐器301で分岐され、受光回路303で光信号から電気信号に変換される。クロック抽出回路304では受光回路303から出力される 10Gb/s の電気信号から 10GHz のクロック信号を抽出して出力する。ここで、クロック抽出回路の構成についてはピー・アール・トリスタ（P. R. Trischitta）他による「ジッタ・イン・デジタル・トランスミッション・システム

（Jitter in digital transm

issionsystem）」と題するアーテック・ハウス（Artech House）から出版された1989年刊の本に記載の論文に詳しい。さて、位相変調器駆動回路306ではクロック信号を所定の電圧に増幅すると共に、その位相が所定の位相になるように位相検出回路305からの信号を元に調整を行って光位相変調器302へ駆動信号を出力する。ここでは半波長電圧が約 1.0V の位相変調器を用いているので、ピーク・ピーク値で約 $\pi/6$ [rad]の位相偏移を与えるため、ピーク・ピーク値が約 2.0V の正弦波状駆動信号を出力している。この駆動信号により光位相変調器302に入力した光信号はピーク・ピーク値で約 $\pi/6$ [rad]の位相変移を受け、その結果、 10Gb/s 光信号のキャリア周波数が変調され、光パルスの前段でキャリア中心周波数から低い方に偏移し、光パルスの後段でキャリア中心周波数から高い方に偏移する。ここで光信号に与えた位相変調は約 720p.s/nm の波長分散に対応するものであり、波長 $1.57\mu\text{m}$ での平均波長分散値を約 $3\text{ps/nm}\cdot\text{km}$ として、約 240km の予等化伝送を行っている。なお、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 に対する光位相変調器での位相偏移量はそれぞれ $\pi/24$ 、 $\pi/12$ 、 $\pi/8$ であり、それぞれの波長で約 240km の波長分散に対する分散予等化を与える。

【0013】さて、再び図1に戻って、光伝送路106に送出された $\lambda_1\sim\lambda_4$ の各光信号は 80km 毎に設置された光増幅器107、108で光増幅されながら 240km 伝送され、分散予等化および光増幅を行う分散予等化光中継器110に入力する。ここで光伝送路である光ファイバの伝送損失は各波長とも約 0.25dB/km であり、光増幅器107、108への各波長の光信号の入力レベルは -18dBm 、光増幅器の各波長の光信号に対する利得は 20dB 、光増幅器からの各波長の光信号の出力レベルは $+2\text{dBm}$ である。したがって、分散予等化光中継器110への各波長の光信号の入力レベルは -18dBm である。この分散予等化光中継器では各波長の光信号に対して分散予等化を行うと共に、各波長の光信号レベルを $+2\text{dBm}$ まで光増幅して再び光伝送路106に送出する。この分散予等化中継器の構成と機能について図4を用いて説明する。

【0014】図4は分散予等化光中継器の構成を示す構成図である。光伝送路106を伝送されてきた各波長の光信号は各光信号パワーレベルが -18dBm で光増幅器401に入力し、それぞれ 10dB の利得を得て、各波長とも -8dBm の光パワーレベルで出力される。波長多重されている光信号は波長分波回路402で分波されて、 λ_1 から λ_4 の各波長はそれぞれ第1から第4の分散予等化回路403~406に入力する。これらの分散予等化回路は光送信装置と同様に図3の回路で構成されている。分散予等化された各波長の光信号は各波長の光伝送装置101~104にて伝送距離 240km に対

して各波長に応じた分散予等化が施されているので、各分散予等化回路403~406へは光送信装置101~104(図1)の出力波形をほぼ再現して入力する。これらの光入力信号に対して、各波長毎に光送信装置の分散予等化回路と同様の分散予等化を与える。この分散予等化を行った後、分散予等化回路の挿入損失と後段の光多重回路の挿入損失を補償するため各波長毎に光位相変調器の後に接続した第1から第4の光増幅器407~410で光増幅を行い、22dBの利得を与える。分散予等化及び光増幅された各波長の光信号は光多重回路411で波長多重されて光伝送路106に再び送出される。ここで、波長分波回路402の損失が4dB、分散予等化回路403~406の損失が4dB、光多重回路411の損失が4dBであるので、光多重回路411から光伝送路106への出力レベルは+2dBmである。

【0015】分散予等化光中継器110から各波長の光受信装置114~117の前段の波長分波回路113までの光伝送は、光伝送路106への光送出パワーレベル、伝送距離、光伝送路となる光ファイバの特性、伝送路途中に設けた2台の光増幅器の利得、光受光パワーレベルなどの伝送条件が光送信装置101~104の後段の光多重回路105の出力端から分散予等化光中継器110までの光伝送におけるそれらの伝送条件とほぼ同じに設定してあるので、光送信装置101~104から分散予等化光中継器110までとほぼ同様の伝送特性が得られて、各波長の光受信装置114~117の前段の波長分波回路113へ入力する各波長の光信号レベルが-18dBm、光受信装置への光信号レベルが-22dBm(つまり、波長分波回路113の挿入損失は4dB)で、かつ、受信波形もほぼ送信波形をほぼ再現して各波長の光信号が光受信装置114~117で受信される。なお、光受信装置の最小受信感度は約-27dBmであり、約5dBのマージンがある。

【0016】以上、本発明の実施例について説明した。本実施例においては波長数を4としたがこれに限定されない。また、分散予等化を行う分散予等化光中継器の段数を1段としたが、多段接続が可能なのは明かである。NRZ変調信号に対しても同様の分散予等化光中継伝送が可能である。また、各光送信装置の分散予等化回路にクロック抽出回路を含む構成としたが、データ信号と共に供給されるクロック信号を直接用いても良い。このときはクロック抽出回路を省略する事が出来る。さらに、受信端に最も近い光増幅器と受信端との間の距離を80kmとしたが、光受信装置内に光前置増幅器としての光増幅器を用いれば最小受信感度を更に10dB以上向上させることが可能であることから、この区間については120kmとすることも可能である。但し、光中継器での分散予等化を240kmに対する分散量ではなく280kmに対する分散量に対応した分散予等化を行うことになる。また、光源の波長を1.55μm帯とした

が、これに限定されず、例えば波長1.3μm帯でも良い。また、波長帯域を零分散波長よりも長波長帯側としたがこれに限定されない。但し、零分散波長の長波長側と短波長側とはチャープピングをかける方向(位相変化の符号)が逆になる。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、波長の絶対値を高精度に選別し、しかも高精度の波長制御を施した波長の異なる複数の送信光源は送信端にさえあればあとは受信端に至る迄その様な光源を必要としないため、複雑かつ高精度な波長制御を必要とする送信光源の送信端で一元的に管理が可能である。また、そのため、高い波長精度を要求される極めて多数の異なる波長の光源を各光中継器に用いた場合には障害等が発生する確率が単一波長伝送の場合に比べて高くならざるを得ないが、本発明の光中継伝送方式ではその保守管理も容易に行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の実施例の構成図

【図2】図1に示す光送信装置の詳細構成図

【図3】図2および図4に示す分散予等化回路の詳細構成図

【図4】図1に示す分散予等化光中継器の詳細構成図

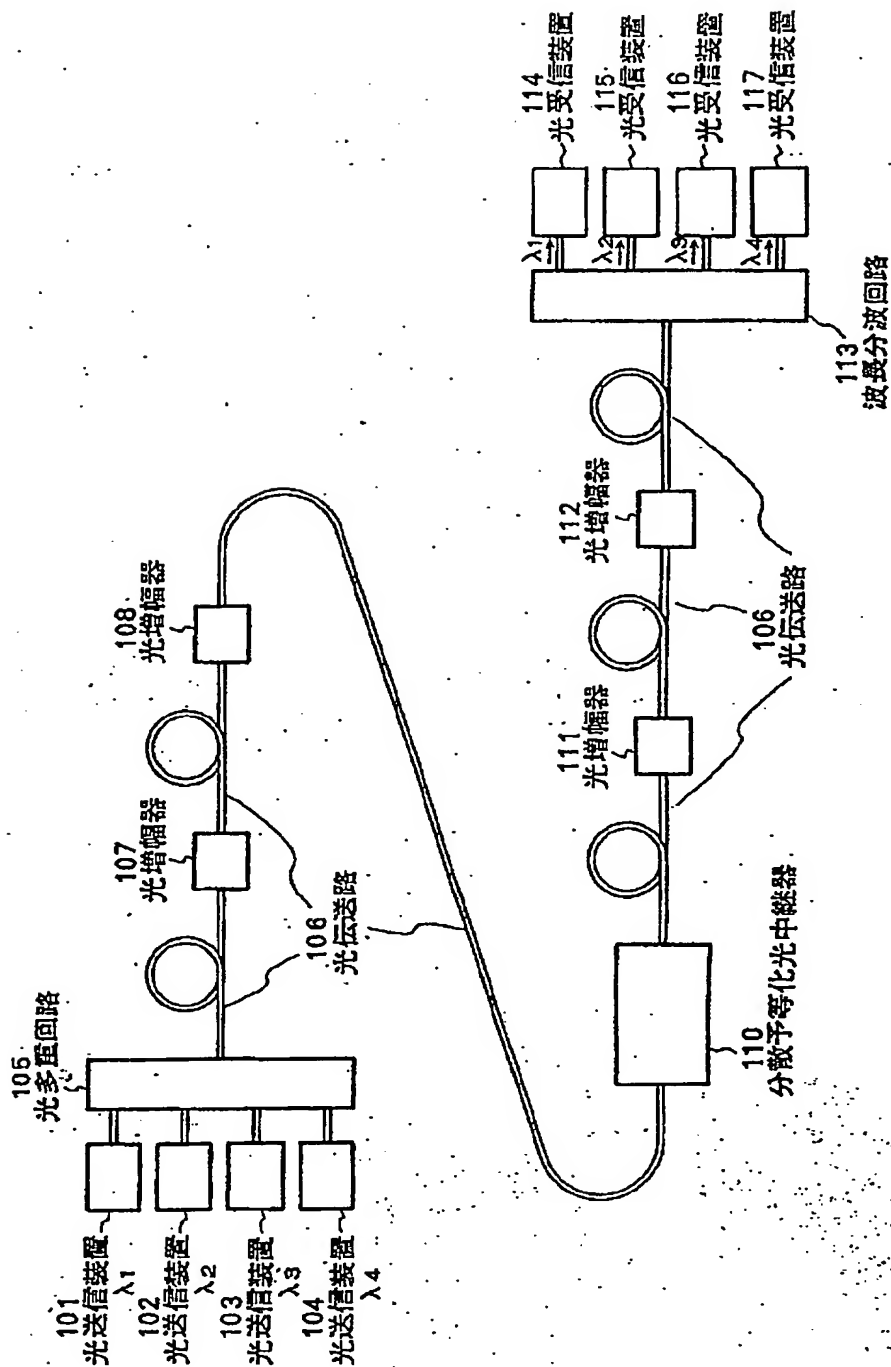
【符号の説明】

- 101~104 光送信装置(光源波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$)
- 105 光多重回路
- 106 光伝送路
- 107、108 光増幅器
- 110 分散予等化光中継器
- 111、112 光増幅器
- 113 波長分波回路
- 114~117 光受信装置(受信波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$)
- 201 送信光源(波長 λ_4)
- 202 変調信号入力端子
- 203 クロック端子
- 204 光外部変調器駆動回路
- 205 光外部変調器
- 206 分散予等化回路
- 207 光増幅器
- 301 光分岐器
- 302 光位相変調器
- 303 受光回路
- 304 クロック抽出回路
- 305 位相検出回路
- 306 位相変調器駆動回路
- 307a、307b、307c 光ファイバ
- 401 光増幅器
- 402 波長分波回路
- 403~406 分散予等化回路(分散予等化波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$)

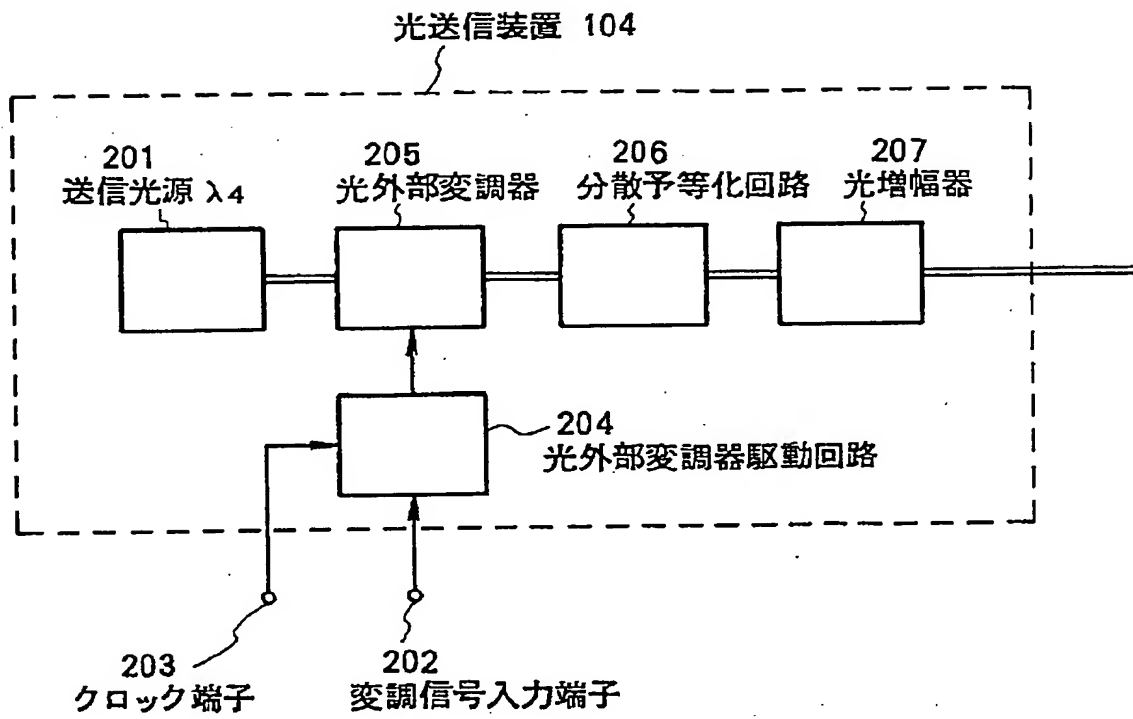
4 0 7 ~ 4 1 0 光増幅器

4 1 1 光多重回路

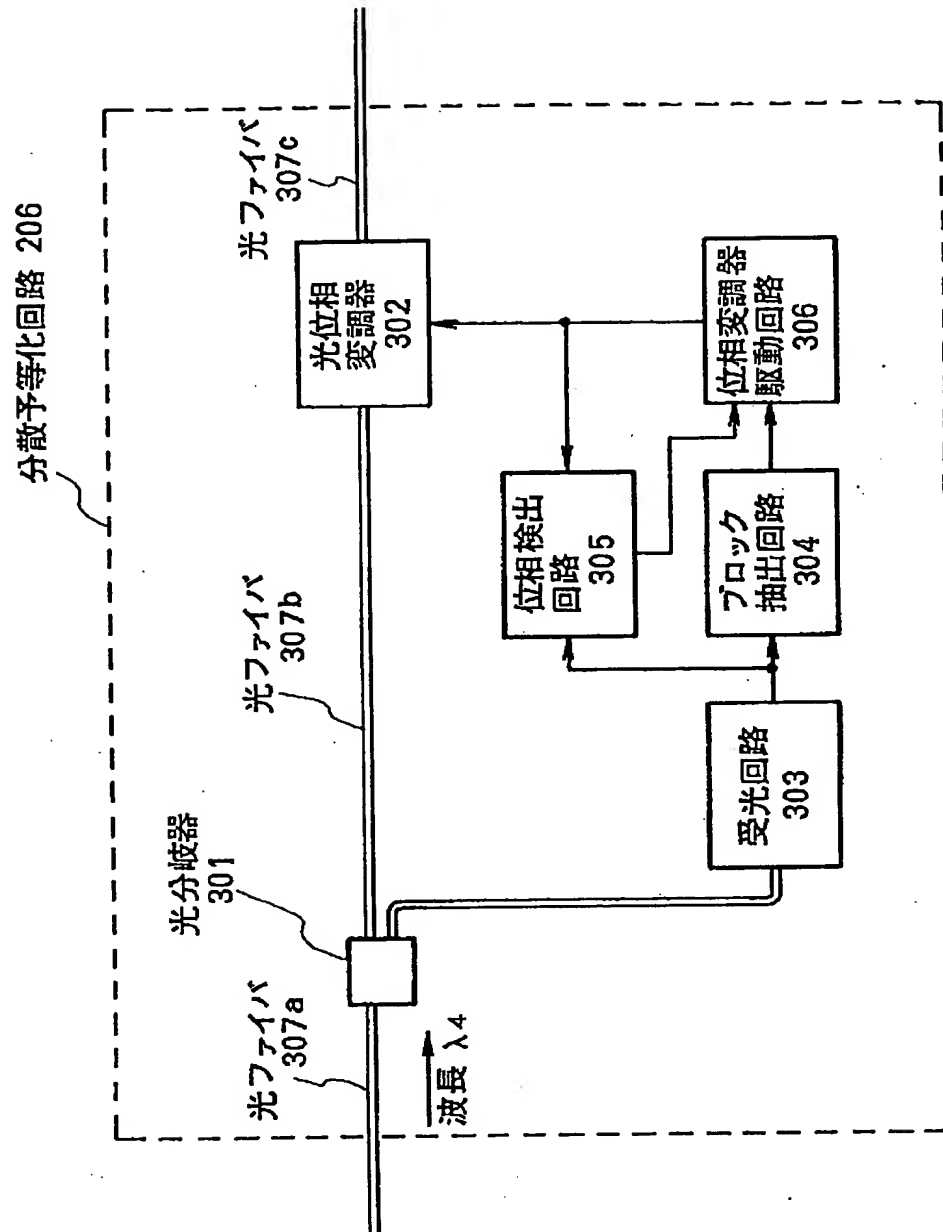
【 図 1 】



【図2】



【図 3】



【 図 4 】

